

А. И. Белковский

**ТИПОМОРФИЗМ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ИЛЬМЕНОРУТИЛА ИЗ ЩЕЛОЧНЫХ  
СИЕНИТОВ И ПЕГМАТИТОВ**

A. I. BELKOVSKY  
TYPOMORPHISM OF CHEMICAL COMPOSITION  
OF ILMENORUTILE FROM ALKILINE SYENITES  
AND PEGMATITES

Chemical composition of ilmenorutile from alkiline syenites of Ufaley metamorphous block (the Middle Urals) had been investigated by microprobe analysis and comparison of it with known analyses of ilmenorutile from alkiline pegmatites of the Ilmen and Vishnyevye mountains had been carried out. It is established, that for alkiline syenites and pegmatites tantalum-free high-ferriferous ilmenorutile with ratio  $Nb/Ta=20-30$  is characteristic. So established paragenetic type clear-cut distinguishes from ilmenorutile of amazonite pegmatites that has ratio  $Nb/Ta=2-3$ .

Качественно выполненные химические анализы ильменорутила немногочисленны и в основном они относятся к образцам из гранитных пегматитов, редкометалльных грейзенов и карбонатитов [4—6, 11—14]. Данные о составе ильменорутила из щелочных пегматитов включают материалы по Ильменским и Вишневым горам [3, 9]. Сведения о типохимизме ильменорутила из щелочных сиенитов в литературе отсутствуют вообще.

В основу настоящей работы положен новый материал по химизму ильменорутила из щелочных сиенитов Уфалейского метаморфического блока [2]. Ильменорутил в них установлен А. И. Белковским и И. Н. Локтиной при проведении специализированных геологоразведочных

работ. В этом районе щелочные сиениты образуют серию сближенных жильных тел, согласно залегающих среди зеленосланцевых бластомилонитов [1], ранее выделенных Г. А. Смирновым в указарскую свиту вендского возраста [10]. Простираение тел северо-западное  $340-345^\circ$ , падение юго-восточное под углами  $45-65^\circ$ . Контакты тел резкие, сопровождаются флогопит-силлиманитовыми, силлиманитовыми и гранат-силлиманитовыми роговиками. Мощность тел колеблется от десятков сантиметров до  $25-30$  метров. Химические анализы щелочных сиенитов приведены в табл. 1.

Макроскопически щелочные сиениты — розово-белые и светло-серые мелкосреднезернистые породы гипидиоморфнозернистой структуры. Текстура пород — массивная, реже гнейсовидная. Минеральный состав их следующий (об. %): микроклин-пертит  $65-75$ , эгирин-салит  $5-25$  ( $n_g = 1.765$ ;  $n_p = 1.724$ ;  $n_g - n_p = 0.041$ ;  $c : N_p = 22-8^\circ$ ), плеохроизм от желто-зеленого по  $N_p$  до зелено-зеленого по  $N_g$ ), биотит-аннит  $0-3$ . Микроклин-пертит замещается альбитом ( $5-15\%$ ), эгирин-салит — арфведсонитом ( $n_g = 1.698$ ;  $n_p = 1.690$ ;  $n_g - n_p = 0.008$ ;  $c : N_p = 22^\circ$ ); плеохроизм резкий от сине-зеленого по  $N_p$  до лилово-серого по  $N_g$ ). Акцессорная минерализация представлена метамиктным и анизотропным цирконом, торитом и ортитом, гатчеттолитом, Pb-Se-пирохлором, ильменорутилом, ильменитом, гематитом, магнетитом, апатитом, ниобийсодержащим магнезиальным сфеном, пиритом, халькопиритом, галенитом и баритом. В некоторых телах, обогащенных биотит-аннитом, отмечается светло-серый корунд.

По химическому составу (см. табл. 1) выделяют два типа щелочных сиенитов — с нормальной ( $Al_2O_3$  15 мас. %) и повышенной ( $Al_2O_3$  23—25 мас. %) глиноземистостью. Ильменорутил установлен в обоих типах сиенитов в виде мелких (от тысячных долей до  $0.15-0.25$  мм) неправильных зерен. Наиболее крупные зерна имеют черный цвет, в порошок — зеленовато-бурый. Аналогичный по размерам и морфологии ильменорутил установлен Н. В. Свяжиным в некоторых редкометальных метасоматитах западного склона Южного Урала [8]. Минерал одноосный, оптически положительный. В отраженном свете светлосерый, анизотропный. Нерастворим в кислотах. Дебаграмма, полученная А. Н. Айзикович (рентгеновская лаборатория ПО «Уралгеология»), близка к эталонной.

Таблица 1

Химические анализы (мас. %) щелочных сиенитов  
западной части Уфалейского метаморфического блока

Компоненты	1	2
SiO <sub>2</sub>	65.03	58.00
TiO <sub>2</sub>	0.50	0.17
ZrO <sub>2</sub>	0.033	0.054
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.95	23.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.42	1.83
FeO	2.45	1.46
MnO	0.14	0.05
MgO	0.95	0.50
CaO	2.15	1.17
Na <sub>2</sub> O	5.90	5.65
K <sub>2</sub> O	4.60	4.77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.14
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.022	0.033
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0005	0.0024
П. п. пр.	0.50	3.05
Сумма	99.87	99.95
F	73.3	77.7

*Примечания:* Анализы 1— эгирин-геденбергитовые сиениты альбитизированные с аксессуарным ильменорутилом, южный склон Яшиной горы, среднее четырех анализов; 2 — те же сиениты высокоглиноземистые, там же.

Анализы выполнены в Центральной химической лаборатории ПО «Уралгеология» под руководством Г. Ф. Вьюновой.

$F = \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ , мол. %.

Параметры элементарной ячейки:  $a = 4.596 \text{ \AA}$ ;  $c = 2.996 \text{ \AA}$  близки к рентгеновской метрике ильменорутитов из Ильменских гор [7]. Крупные зерна содержат каплевидные вроски ильменита или же ильменит образует по ним тонкие каймы, замещаемые микрозернистым сфеном.

По химическому составу все изученные образцы представлены практически бестанталовыми высокожелезистыми ильменорутитами с отношением Nb/Ta = 24—29 (табл. 2). В качестве характерных микропримесей в них установлен марганец и кремний.

Крайне близкими по химическому составу к изученным образцам оказались ильменорутиты Селянкинского месторождения в Ильменских [7] и полевошпатовой жилы № 37 в Вишневых горах [3]. В Селянкинском месторождении крупные (до нескольких десятков килограмм) желва-

Таблица 2

Химические анализы (мас. %) ильменорутила  
из щелочных сиенитов и щелочных пегматитов

Компо- ненты	1	2	3	4	5
TiO <sub>2</sub>	80.36	87.28	71.27	80.18	68.62
FeO	7.63	5.02	9.86	4.17	12.14
MnO	0.48	0.05	0.15	Н.обн.	1.09
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.64	7.49	18.47	15.70	14.91
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.44	-	-	-	0.16
SiO <sub>2</sub>	0.11	Н. опр.	Н. опр.	Н. опр.	Н. опр.
Сумма	99.66	100.03	100.67	100.05	99.83

*Примечания.* Анализы: 1 — ильменорутил из эгирин-геденбергитовых сиенитов, среднее 5 анализов, южный склон Яшиной горы, западная часть Уфалейского метаморфического блока, Средний Урал, микроанализатор ЖХА-5а, аналитик В. Г. Гмыра, Институт геологии и геохимии УрО РАН; 2—4 — ильменорутилы из щелочных пегматитов Селянкинского месторождения, Ильменские горы, Южный Урал [9]; 5 — то же, полевошпатовая жила № 37, Вишневые горы, Средний Урал [3].

Дополнительно в анализе № 2 определено Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.10 и V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.09 мас. %, в анализе № 3 — Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0.92; в анализе № 4 — SiO<sub>2</sub> 0.66; CaO н. обн; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.56; MgO 0.69; (Na,K)<sub>2</sub>O 0.15 мас. %; аналитик В. А. Ошман [3]; в анализах № 2—4 — в графе Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> приведено суммарное содержание Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, мас. %.

кообразные выделения «ильменита» оказались псевдоморфозами (?) ильменита по ильменорутилу [7]. Ильменит повсеместно замещается темнокоричневым сфеном, образующим по отдельным желвакам оригинальные корочки и «рубашки».

В Вишневых горах, в полевошпатовой жиле № 37, ильменорутил встречен в виде бесформенных выделений в ассоциации с биотитом и пироксеном [3]. Содержит многочисленные включения ильменита. Анализируемый образец характеризуется крайне высокими значениями отношения Nb/Ta = 93 (см. табл. 2).

В итоге следует отметить следующее:

— по условиям нахождения и химическому составу установлен парагенетический тип ильменорутила, характерный только для щелочных сиенитов и сопровождающих их пегматитов. По химизму — это бестанталовый высокожелезистый ильменорутил с отношением Nb/Ta = 20—30, что позволяет однозначно отличать его

от ильменорутила из гранитных пегматитов с отношением  $Nb/Ta = 1-2$ ;

— в метаморфических комплексах с миаскитовым магматизмом наиболее ранним минералом, концентрирующим ниобий, является бестанталовый высокожелезистый ильменорутил. Повышенные содержания ниобия в «безрудных» щелочных сиенитах практически полностью связаны с присутствием в них акцессорного ильменорутила (Уфалейский метаморфический блок, Средний Урал). Установленную особенность следует учитывать при проведении геохимических исследований и поисковых работ на редкие металлы;

— высокожелезистый бестанталовый ильменорутил повсеместно замещается ильменитом и сфеном. Становится очевидным, что в щелочных сиенитах и пегматитах некоторая часть ильменита образовалась за счет «древнего» ильменорутила. Изучение химизма ильменитов и сфенов, образованных за счет ильменорутила, показало, что продукты замещения этого минерала обогащены ниобием и танталом: ильменит —  $Nb_2O_5$  — 0.25—0.44 мас. %, сфен —  $Nb_2O_5$  — 0.54;  $Ta_2O_5$  0.033 мас. % (анализировались продукты замещения ильменорутила в образце № 1, см. табл. 2, микросонд ЖХА-5а, Ин-тут геологии и геохимии УрО РАН, аналитик В. Г. Гмыря).

## Литература

1. Белковский А. И., Локтина И. Н. Раннепалеозойская ассоциация щелочных гранитов-нефелиновых сиенитов западного склона Урала // Докл. АН СССР. 1974. Т. 215, № 5, С. 1206—1209.
2. Белковский А. И. Низкобарические бластомилониты Центрально-Уральского поднятия и их металлогеническая специализация // В кн.: Петрология и рудообразование. Матер. 1-го Всеросс. петрограф. сов. Уфа.: 1995. С. 27—28.
3. Бонштедт-Куплетская Э. М. Минералогия щелочных пегматитов Вишневых гор. М.: Изд. АН СССР. 1951. 176 с.
4. Корнетова В. А. Ильменорутил // Минералы. Справочник. Том II. Вып. 2. Простые окислы. М.: Наука, 1967. С. 259—265.

5. Корнетова В. А., Казанова М. Е., Александров В. Б. Ильмениты из пегматитов благородной шпинели Кухи-Лял на Юго-Западном Памире и некоторые поправки к формуле магнезиоколумбита // Тр. Мин. музея АН СССР. М.: 1971. С. 107—113.
6. Минералогия Приазовья. Киев.: Наукова Думка, 1981. С. 78—79.
7. Михеев В. И. Рентгенометрический определитель минералов. М.: Гос. научн.-техн. изд-во литератур. по геол. и охране недр, 1957. 393 с.
8. Симонов А. И. Ильменорутит // Минералы Ильменского заповедника М.-Л.: Изд. АН СССР. 1949. С. 542—559.
9. Свяжин Н. В., Гайдукова М. К., Жданов В. И. и др. Минеральный состав некоторых щелочных метасоматитов из верхнепалеозойских толщ Урала // Минералы месторождений и руд Урала. Свердловск.: УФАН СССР, 1968. С. 124—135.
10. Смирнов Г. А. Уфимский амфитеатр. Ч. I. Стратиграфическое описание. М.: Наука, 1956. 174 с.
11. Черны П. Парагенезисы ниобиевого и танталового рутита в гранитных пегматитах // Мин. сб. Львовск. унта. 1964. Вып. 1, № 18. С. 21—36.
12. Шувалов В. Б., Гертман П. Л. Ильменорутит из грейзенов Каракыза (верховье р. Псекем, Западный Тянь-Шань) // Магматизм, вопросы металлогении и геохимии Чаткало-Кураминского региона. Вып. 7. Ташкент.: ФАН, 1971. С. 104—107.
13. Postl N., Golob P. Ilmenorutile (Nb-rutile), columbite und Zinnstein aus einem Spodumenpegmatit in Wildbachgraben, Koralpe (Stiermark) // Mitt. Abt. Miner. Landesmus, Jaenneum, 1979. № 47. S. 27—35.
14. Sivola J. Ilmenorutile and stuverite from Penikija, Somer, SW Finland // Bull. Geol. Soc. Finland., 1970. № 2. P. 33—36.